MITTEILUNGEN
der Münchner Entomologischen Gesellschaft, e. V.

18. Jahrg. 1928. München, 1. April 1928. Nummer 3—4.

Ausgegeben 1. IV. 1928.

Zur Biologie des Totenkopfschwärmers (Acherontia atropos L.) und des Windenschwärmers (Herse convolvuli L.)

Von Fritz Skell.

Man kann wohl ohne Uebertreibung sagen, dass es wenige Schmetterlingsarten gibt, über welche eine solche Fülle von Literatur entstanden ist, als gerade über den Totenkopfschwärmer. Da er besonders in früheren Zeiten und auf dem Lande wohl heute noch in manchen Gegenden einem alten Aberglauben nach als Unglücksbote gilt, hat sich sogar die Belletristik gelegentlich seiner bedient Aber gerade weil dieser Schmetterling so bekannt, gerade weil er in sammlerischer wie in biologischer Hinsicht so viel beachtet, gesucht und beschrieben ist, scheint es um so verwunderlicher, dass alle bisher an ihm gemachten Beobachtungen in den meisten Fällen nur oberflächlich und ungenau zu nennen sind, dass alle Angaben mit gar keinen oder ungenügenden Zahlen belegt werden, und dass schliesslich die meisten Autoren sich immer wieder auf solche unvollständige Beobachtungen anderer stützen. Es verhält sich das so in Bezug auf sein Vorkommen und seine Verbreitung sowohl, als auch in Bezug auf seine biologischen und anatomischen Besonderheiten. Was die Fortpflanzung von *Atropos* in unseren Breiten betrifft, findet sich eine solche Fülle von widersprechenden Angaben dass nirgends ein wirklich klares Bild zu gewinnen ist. Das ist der Stand der Kenntnisse bereits schon vor 25 Jahren gewesen, und trotz mancher neuer Veröffentlichungen ist in der Zwischenzeit wenigstens, vor Allem nichts Exakteres dazugekommen, besonders was die biologisch interessanteste Frage bezüglich der Sterilität der Weibchen nördlich der Alpen anbelangt.

Diese Umstände haben mich schon um das Jahr 1900 zum erstenmale veranlasst, jenen Fragen näher zu treten, und seit der Zeit habe ich kaum in einem Jahr meine Beobachtungen und Ver-

suche ausgesetzt, wenn nur irgendwie Material von *Atropos* und später dann auch von *Convolvuli* zu bekommen war.

Daher sei es mir nun erlaubt, zunächst meine ganzen Zucht- und Untersuchungs- Ergebnisse erst chronologisch zu schildern und dann in der zweiten Hälfte des Aufsatzes die biologischen Beobachtungen, Versuche und Vergleiche darzustellen.

Meine ersten *Atropos*-Puppen habe ich im Jahre 1897 erhalten. Mit ihnen war der Erfolg ein sehr schlechter zu nennen, denn von 10 Stück schlüpften mir nur 2. Alles Uebrige ging zu Grunde. Zwei Jahre später — 1899 — bekam ich Ende Juli einige Totenkopfpuppen aus Südtirol im Tausch, die 3 gute Falter ergaben. Im Herbst desselben Jahres gekaufte Puppen aus Böhmen gingen alle zu Grunde, da die Verpackung falsch war. (Will man nämlich *Atropos-* oder *Convolvuli*-Puppen möglichst unbeschädigt von einem Ort zum andern transportieren, so müssen dieselben ganz locker in weiten Papiertüten oder -Rollen, zwischen Moos verpackt liegen, welch' letzeres etwas angefeuchtet ist. Die Tüten selbst müssen natürlich unbeweglich in dieses Moos eingeschlossen sein. Bei jeder festeren Verpackungsmethode sterben die Puppen deshalb ab, weil sie durch den Druck und Reiz des Verpackungmaterials sich stets zu Tode arbeiten. Die wichtigste Forderung ist, den Tieren eine ganz freie Bewegung der Hinterleibssegmente zu sichern.)

Im Jahre 1899 fand ich ferner in einigen zu einander benachbarten Kartoffeläckern in der Nähe Münchens 39 Stück mehr oder minder erwachsener Raupen des Totenkopfes, welche alle bis auf 2 Stück gute, mässig kräftige Puppen ergaben. Das Schlüpfresultat war aber ein jämmerliches, da nicht weniger als 30 Stück keinen Falter lieferten, vertrockneten oder verfaulten, oder der schon entwickelte Schmetterling stecken blieb. Ich hatte diese Puppen auf Erde in leichte, mit dem Finger in dieselbe eingedrückte Mulden gelegt und Moos darüber gelegt. Erde und Moos wurde von Zeit zu Zeit gewissenhaft angefeuchtet. Trotzdem kam das grosse Sterben. Ist es doch bei diesem Verfahren nie möglich, die von der Puppe benötigte Feuchtigkeit richtig zu regulieren. Immer verfault oder vertrocknet dann ein unverhältnismässig grosser Teil. Anders, wenn man, wie hier im Voraus erwähnt und geschildert werden soll, und wie ich es seit 26 Jahren nunmehr immer halte, die Puppen im Kasten mit Zinkeinsatz über Wasser gehalten werden. Dieses Letztere verdunstet fortwährend und reguliert je nach der Zimmerwärme genau den Feuchtigkeitsbedarf dieser so empfindlichen Tiere, wie auch aller anderen Schmetterlingspuppen, welche im Freien sonst auf oder in der Erde ruhen. Von grösster Bedeutung bei dieser

Aufbewahrungsmethode ist aber, dass erstens die Puppen unmittelbar auf dem Zinkdrahtgitter liegen, dass zweitens eine gut 10 cm hohe, gleichmässig dichte Moosschicht auf ihnen liegt und dass drittens der Luft seitlich und zwar bis zur obersten Moosgrenze kein besonderer Durchzug möglich ist. Der Erfolg war hier gegenüber allen anderen Puppenkasten-Methoden der weitaus beste; vor allem bei den aus Eizucht erhaltenen Puppen schlüpften stets 100% einwandfrei. Von Vorteil ist es auch, oben auf das Moos dünne Papierstücke zu legen, sodass von hier der Luft ebenso wenig ein unmittelbarer Durchzug geboten ist.

Schliesslich erhielt ich in jenem Sommer 1899 noch zwei *Atropos*-Weibchen, die kurz nacheinander in ein Zimmer in Olching bei München geflogen waren. Von den beiden starken Tieren hoffte ich natürlich Eier zu bekommen. Als sie sich gänzlich abgeflogen hatten, absolut nicht legen wollten und am Zugrundegehen waren, öffnete ich die beiden Tieren und fand zu meinem damals grössten Erstaunen die beiden Leiber fast vollkommen hohl. Nun erinnerte ich mich allerdings, in irgend einem Schmetterlingsbuch gelesen zu haben, dass sich der Totenkopf bei uns, d. h. im rauheren, nördlichen Klima nicht fortpflanzen soll.

Im Jahre 1902 bekam ich die ersten Eier von *Convolvuli* und *Atropos* durch F. Rudolf in Gravosa (Dalmatien) zugeschickt, züchtete diese mit einem Erfolg, den ich im Jahre 1906 in den Mitteilungen der Münchner Entomologischen Gesellschaft genau beschrieben habe und war u. a. natürlich auch voll Interesse dafür, wie sich diese Dalmatiner in Bezug auf ihre Fortpflanzungsfähigkeit verhalten würden. Bei der Oeffnung sämtlicher Weibchen, welche nach 5—6 wöchentlicher Puppenruhe, äusserst warm gehalten, gegen Weihnachten schlüpften, konnte ich feststellen, dass sie keine makroskopisch sichtbaren Eier im Abdomen hatten. Dieser Befund wiederholte sich — wie hier vorweggenommen sei, bei sämtlichen Eizuchten von *Atropos* und *Convolvuli* vom Jahre 1903 bis zum Jahre 1910 beständig bei allen noch im Winter geschlüpften Faltern.

Im August 1903 sandte mir J. Swoboda aus Wien bosnische und F. Dannehl aus Klausen südtirolische Freilandpuppen, welche in gewohnter Weise nach einigen Wochen schlüpften. Auch diese Weibchen, welche man doch schliesslich als echte Südländer bezeichnen kann, waren wie immer steril.

Nachdem ich damals diese Beobachtungen gewissermassen nur konstatierend und mehr nebenbei machte, entschloss ich mich im Jahre 1906, nachdem die Jahre 1904 und 1905 bei Eizuchten wiederum die bekannt sterilen Weibchen ergeben hatten, systematisch diese

Sterilität bezw. ihr Vorkommen und Entstehen zu untersuchen Zwölf Stück Weibchen der *Atropos*-Eizucht 1906, welche wiederum um Weihnachten schlüpften, waren wie gewöhnlich steril. Nun liess ich mir aber ausserdem von F. Rudolf in Gravosa im Oktober desselben Jahres zwölf Totenkopfpuppen schicken, um diese in einem mässig kalten Zimmer zu überwintern, so wie sie etwa in ihrer dalmatinischen Heimat selbst gelegen wären. Beifügen möchte ich hier, dass diese Puppen aus Gravosa überraschend schlank und schmächtig waren und weit hinter der Grösse der aus Dalmatiner Eiern in den vorhergegangenen Jahren gezüchteten Stücke zurückstanden. Von diesen Puppen ging aus zunächst unbekannten Ursachen die Hälfte zu Grunde, von den übrigen schlüpften neben einigen Männchen in den ersten Tagen des Mai 1907 drei Weibchen. Aber auch diese Tiere waren steril. Eizuchten von Totenkopf und Windig im Herbst 1907 hatten bei insgesamt 17 Weibchen ausschliessliche Sterilität ergeben. 1908 zeitigte aus der Eizucht von *Atropos* mit 10 Weibchen den gleichen Befund. In diesem Jahre, 1908, fand ich in der Gegend von Brannenburg a. Inn drei Totenkopfraupen, welche sich alle drei in weibliche Puppen verwandelten. Diese wurden vorsichtig überwintert, schlüpften im Mai und ergaben drei sterile Falter.

Eine im Herbst 1909 durchgeführte *Atropos*-Zucht aus Dalmatiner Eier, die, wie immer, aus jedem Ei nach Fütterung mit Bocksdorn (*Lycium barbarum*) gesunde, kräftige Raupen und Puppen ergab, wurde zur Hälfte in der Anatomie in München in einem besonders gleichmässig temperierten, mässig kühlen Raum überwintert. Dabei gelang es, diesmal das Schlüpfen der Tiere zum Teil bis um die Mitte Juni 1910 zurückzuhalten. Von den dann erschienenen 15 Weibchen waren 13 typisch steril, zwei hatten in den obersten Teilen der Eileiter primitive, äusserst dotterarme Eier. Jedes der Tiere ca. vierzig Stück.

Dieser Versuch der Ueberwinteruug wurde vom Herbst zum Frühjahr 1910/1911 nach neuerlicher Dalmatiner-Eizucht von *Atropos* in gleicherweise wiederholt. Die im Mai 1911 geschlüpften 14 Weibchen hatten wieder in zwei Exemplaren je 28 und je 50 primitive dotterarme Eier in den obersten Oviducten.

Es war mir 1906 schon klar, dass es ebenso wichtig für die Lösung der Sterilitätsfrage sein musste, auch die Männchen auf das Verhalten ihrer Hoden hin zu untersuchen. Die ersten Tiere, welche ich aus den Eizuchten von 1906 und 1907 daraufhin eröffnete, ergaben makroskopisch einen absolut normalen Befund der Hodenkugel in Bezug auf ihre Gestalt, Grösse und Lage, und zwar gleich

bei *Atropos* wie bei *Convolvuli*. Die mikroskopische Untersuchung zeigte ein durch nichts verändertes Bild normaler Samenreifung verglichen mit Material aus Freilandpuppen, welches ich mir in den Sommern 1906 und 1907 zum Teil aus zu Hause geschlüpften, zum Teil aus gefangenen Männchen von Bozen und Ragusa verschafft hatte.

Die Jahre 1912 und 1913 verbrachte ich auf Sumatra, wo ich Gelegenheit hatte, sieben Stück frisch geschlüpfte, aus der Raupe gezogene *Atropos*-Weibchen und zwei solche von *Acherontia satanas* zu untersuchen. Diese waren alle neun mit normalen, gut entwickelten Eiern ausgestattet. Ein weiteres frisch geschlüpftes, achtes *Atropos*-Weibchen band ich an einen Baum. Es wurde nachts angeflogen, befruchtet und legte noch in derselben Nacht und in angebundenem Zustand elf Eier unter sich auf einen Rindenvorsprung. Offenbar in den Morgenstunden wurde es aber von Ameisen nahezu völlig aufgefressen. Die abgelegten Eier blieben verschont und ergaben am fünften Tag die jungen Räupchen. Leider gingen mir diese auf der Rückreise nach Europa infolge Futtermangels an Bord zu Grunde.

Im Herbst 1913 erhielt ich keine Eier aus Ragusa mehr und leider auch keine Freilandpuppen. Und dann mussten während der ersten Kriegsjahre alle Versuche ruhen. Erst gelegentlich eines Urlaubsaufenthaltes auf der Fraueninsel i. Chiemsee gelang es mir Ende September 1917, infolge des in diesem Jahre massenhaften Auftretens von *Convolvuli* in ganz Südbayern, an einem Abend 17 Männchen und 9 Weibchen, am andern Abend 5 Männchen und 8 Weibchen zu fangen. Die Falter waren ausnahmslos gross und kräftig, aber auch sie zeigten nach der Obduktion im weiblichen Geschlecht keine Spur von dotterreifen Eiern. Die Männchen hingegen wiesen wieder makro- und mikroskopisch vollkommen normale Verhältnisse der Hodenkugel auf.

An dieser Stelle muss ich ebenfalls bemerken, dass die äusseren Genitalorgane beim ganzen im Vorhergehenden und im Folgenden erwähnten Material stets absolut normal und gleichmässig entwickelt waren, gleichgültig ob es sich um südländische Falter oder um bei uns gefangene oder gezogene handelte.

Weiters muss an dieser Stelle auch berichtet werden, dass ich schon einmal im Jahre 1899 bei E. Watson in Pasing vor München eine Kopula von *Atropos* aus Südtiroler-Puppen gesehen hatte, dann neuerdings eine solche an einem Paar bosnischer *Atropos* und elf Jahre später, also im Herbst 1917, wieder eine Kopula gleich in zwei Fällen, nämlich bei *Convolvuli*-Pärchen auf der Fraueninsel im

Chiemsee. Während der Atroposkopula 1899 sassen beide Tiere ruhig, bei der anderen Paarung 1906 in leicht schwirrendem Zustand, beidemale das Weibchen oben. Die *Convolvuli* endlich von 1917 liefen bezw. schwirrten an einem Zaun auf und ab. Untersucht wurde das *Atropos*-Weibchen von 1906 sowie die beiden begatteten *Convolvuli* von 1917. Sie waren alle drei bei ihrer Eröffnung vollkommen eierlos, das untersuchte Receptaculum und die Bursa der beiden Windenschwärmer-Weibchen war reichlich mit Samenbündeln angefüllt.

Vom Herbst 1919 bis zum Herbst 1922 erhielt ich alljährlich gutes, wenn auch nicht sehr zahlreiches Freiland-Puppen-Material der beiden Schwärmerarten aus der Umgebung Münchens. Sämtliche untersuchten Tiere ergaben wieder das bezeichnend gleiche Bild der weiblichen Sterilität mit Ausnahme eines einzigen Windenschwärmerweibchens von 1921, welches ähnlich den beiden überwinterten Dalmatiner *Atropos* von 1909 in den obersten Teilen der Eileiter 32 winzige Eianlagen aufwies. Die Puppenruhe dieses Tieres hatte ca. 8 Wochen gedauert. Die Männchen dieser letzteren Jahrgänge unterschieden sich in nichts von all den Versuchen und Beobachtungen in den vorhergegangenen 16 Jahren.

Hier muss noch ein besonderer Fall eingeschaltet werden, der aus dem Sommer 1921 stammt. Es wurden mir nämlich auf der Fraueninsel im Chiemsee am 4. August zu gleicher Zeit 2 *Convolvuli*-Weibchen gebracht, von denen eines im Innern eines Segelbootes das andere frisch ins Wasser gefallen gefangen worden war. Beide Tiere waren noch gut lebend und wurden von mir in ein sehr grosses Behältnis gebracht, um eventuell eine Eiablage zu erzielen. Futterblumen — vor allem Geisblatt — und Ackerwinde, sollten natürliche Verhältnisse vortäuschen. Es war mir sofort aufgefallen, dass der Hinterleib der beiden Falter eine wesentlich andere Festigkeit bezw. Consistenz hatte, als bei allen bisher sterilen Weibchen. Zu erwähnen ist ferner noch, dass die beiden Falter aussergewöhnlich klein und ganz hellgrau gefärbt waren, so dass sie stark an die kleine Dalmatinerrasse erinnerten. — Die beiden Windenschwärmer lebten bei sorgfältiger Fütterung noch 16 Tage und schwirrten jede Nacht in dem Behältnis umher, wobei wiederholt Nahrungsanfnahme beobachtet werden konnte. Leider legten sie beide kein einziges Ei. Bei der Eröffnung zeigte es sich, dass meine Vermutung richtig war: Das ganze Abdomen war bei beiden Stücken prall mit Eiern gefüllt. Da mir aber leider zu jener Zeit gerade keinerlei Instrument und Conservierungsmittel zur Verfügung stand, gelang es mir nicht, durch eine Untersuchung des Receptaculums die sichere Befruchtung fest-

zustellen. Ich glaube aber in der Erklärung nicht fehl zu gehen, dass es sich hier bestimmt um südliche Wandertiere handelte, wofür vor allem auch die geringe Grösse und die helle Färbung sprach.

Während mir der Herbst 1923 keine einzige *Atropos*- oder *Convolvuli*-Puppe gebracht hatte, schenkte mir das Jahr 1924 eine unverhältnismässig hohe Zahl kräftiger und in manchen Stücken besonders grosse *Atropos*puppen, welche aus Kartoffelfeldern südlich Münchens stammten. Die Tiere waren nur zu ganz geringem Teil beschädigt, die meisten schienen gesund und tadellos lebend zu sein Auffallend war, dass keine einzige Puppe eine Entwicklung zum Falter durchscheinen liess, obwohl mir zur selben Zeit d. i. Ende September und in den ersten Oktobertagen 3 männliche und ein weiblicher Totenkopfschmetterling zugebracht wurden, welche alle stark abgeflogen waren. Auch in München wurden damals verschiedentlich durch offene Fenster in hellerleuchteten Räumen im Norden der Stadt und an elektrischen Strassenlampen *Atropos*falter gefangen, ein Zeichen, dass diese Art damals offenbar in Anzahl flog. Das untersuchte Freilandweibchen war steril. Die oben genannten Puppen begannen, trotzdem ich sie, wie immer, sehr warm hielt, spät d. h. erst gegen Ende November zu schlüpfen, ferner während des ganzen Dezembers und das letzte Stück sogar erst am 10. Januar. Die dann noch überliegenden Puppen gingen alle zu Grunde, indem sie meist mit fast vollkommen entwickeltem Falter abstarben. Diese letzteren waren ausnahmslos Weibchen und gehörten zu den grössten Puppen, die ich je besessen habe. Dieser letztere Umstand wird an einer späteren Stelle dieses Aufsatzes besonders behandelt werden. Die Anzahl der eingetragenen Puppen war 80 Stück. Hiervon schlüpften 42 Falter incl. zweier weiblicher Krüppel, 23 waren weiblichen, 19 männlichen Geschlechtes. Während alle Männchen normale Hoden besassen, waren alle weiblichen Tiere steril, ohne jede makroskopisch sichtbare Eianlage. Die übrigen Puppen gingen wie oben bemerkt zugrunde mit Ausnahme von 8 Stück Männchen und 8 Stück Weibchen, welche ich im Laufe des November und Dezember geöffnet hatte, um Hoden und Ovarien zu untersuchen. Es ergab sich, dass bei den männlichen Tieren in sieben Fällen überall schon Spermatogonien, Spermatocyten und reife Samenbündel vorhanden waren. Nur bei einer allerdings sehr kleinen Puppe waren nur Spermatogonien und auch diese in einem offensichtlich degenerierenden Zustand ausgebildet. Bei den weiblichen Puppen waren nur Cogonien vorhanden, deren Kerne aber von normalem Aussehen zu sein schienen.

Convolvuli-Puppen hatte ich 1924 nicht in einem einzigen Stück erhalten.

Im Jahre 1925 gab es keine *Atropos* bei uns, wie sie ja in diesem Jahre sogar in Südtirol gänzlich ausgeblieben sein sollen. Auch *Convolvuli* scheint selten gewesen zu sein, immerhin erhielt ich aber — eine männliche und drei weibliche, — sehr starke Puppen von dieser Art, welche beim Kartoffelgraben gefunden worden waren. Die geschlüpften Weibchen waren steril. Besonders ein Weibchen von auffallender Grösse in bezug auf Spannweite (12,5 cm) zeigte bei der Obduction eine Verkümmerung und Leere des Abdomens, wie ich sie in gleichem Masse noch nie zu Gesicht bekommen hatte. Auch über diesen Umstand d. h. über die Beziehungen von besonderer Grösse (Luxuration) und Entwicklungszuständen wird später noch besonders zu berichten sein.

Im Herbst 1926 wurde mir eine einzige *Atropos*puppe gebracht, aus der am ersten November ein Weibchen schlüpfte, das fast die gleiche auffallende Hohlheit der Leibeshöhle aufwies, als das vorher geschilderte *Convolvuli* Weibchen.

Endlich kam heuer das für unsere Zwecke so ausserordentlich günstige Jahr 1927, das durch seinen reichlichen Zugang an Puppen unserer beiden Arten meine einundzwanzigjährigen Untersuchungen und Befunde endlich auch zahlenmässig so förderte, dass sie hier schriftlich niedergelegt werden konnten. Am 30. und 31. Juli fing ich zuerst auf der Fraueninsel im Chiemsee an blühendem Geisblatt grosse *Convolvuli*falter (2 Männchen, 2 Weibchen). Dann wurden mir in den nächsten Tagen noch zwei in gleicher Weise gefangene Weibchen gebracht. Diese vier Weibchen setzte ich unter der hier von vornherein zweifelhaften Annahme, es könnte sich um zugewanderte Tiere handeln, wieder wie seinerzeit (1921) in grosse eigens dafür hergerichtete Behältnisse, die ich mit Ackerwinden und Futterblumen versehen hatte. Meine Hoffnungen Eier zu erhalten waren, wie erwähnt, von vornherein nicht besonders gross, da das Format der Falter und ihre Zeichnung ihr Emigrantentum gleich zweifelhaft erscheinen liess. Wie berechtigt das Misstrauen war, zeigte sich, als nach 12 Tagen die Falter immer noch kein einziges Ei abgelegt hatten, trotzdem sie in dieser Zeit viel flogen und auch wiederholt am Futter saugend angetroffen wurden. Nach der Oeffnung am 17. Tag, und als die Tiere schon am Absterben waren, zeigten sie völlige Sterilität.

Am 5. August erhielt ich ein Weibchen von *Convolvuli*, das durch Ausscheiden von reichlichem Meconium (Puppenharn) bewies,

dass es frisch geschlüpft und sicher nich zugewandert war. Es war steril.

Am 29. und 30. Juli erhielt ich ferner aus der gleichen Gegend zwei völlig ausgewachsene Raupen von *A. atropos*, welche nach 2 bezw. 3 Tagen zur Verpuppung in die Erde gingen. Ueberraschenderweise vernahm ich nach etwas mehr als 3 Wochen in den zur Verpuppung verwendeten Blumentöpfen ein starkes, surrendes Geräusch. Es war kaum anzunehmen, dass nach so kurzer Zeit und ohne besondere Wärme die Falter schon geschlüpft sein könnten; als ich öffnete, entquoll aus beiden Töpfen ein Schwarm von Dutzenden von Raupenfliegen, die sich später von Herrn Dr. Engel, München als der Art *Stoma atropivora* angehörend bestimmen liessen. Damit war die bis dahin von mir und anderen immer geglaubte Behauptung, *Atropos* hätte nördlich der Alpen keine Parasiten an Fliegen oder Schlupfwespen, gründlich widerlegt. An dieser Stelle sei dann auch gleich chronologisch vorweggenommen, dass in diesem Herbst ebenso zwei gegrabene Freilandpuppen von *Atropos* aus der Ammerseegegend dieselbe Fliegenart in 7 und 21 Stück lieferten.

Vom 12. September an erhielt ich eine derartige Anzahl von *Atropos* und zunächst besonders *Convolvuli*puppen, wie ich sie nie erwartet hatte. An Menge das Gesammtmaterial der vorausgegangenen 21 Jahre weit übertreffend, war ich durch sie endlich in den Stand gesetzt, meinen Befunden Zahlen zu unterlegen, die für die Wahrscheinlichkeit der zu ziehenden biologischen Rückschlüsse in die Wage fallen dürften. Es sei aber an dieser Stelle der zeitlichen Schilderung keineswegs vorgegriffen und vielmehr zunächst berichtet, dass in den Tagen vom 12. September bis 3. Oktober nicht weniger als 289 *Convolvuli*puppen, 102 *Atropos*puppen und 9 Raupen dieser letzteren Art von mir selbst gesammelt bezw. mir zugebracht wurden. Die Gegend, aus der diese Tiere stammen, erstreckt sich vom Süden des Starnbergersees nach Westen bis über Wörishofen in Schwaben hinaus. Bemerkt sei hier, dass in diesem Jahre *Convolvuli* in Bayern nicht nur massenhaft flog, (so z. B. von Professor F. Lenz in Herrsching im Juli und August zu Dutzenden schwärmend beobachtet), sondern dass auch allenthalben in Süd- und Nordbayern vor allem viel *Convolvuli*puppen bei der Kartoffelernte gefunden wurden.

Nach dem 3. Oktober begann der Zugang an Windenschwärmerpuppen abzuebben, während jetzt mehr solche von *Atropos* zu Tage gefördert wurden. Interessanterweise, aber wohl vom Zufall nicht ganz auszuschliessen, erhielt ich nunmehr viel grössere und schwerere Totenkopfpuppen als zu Anfang der Kartoffelernte. Immerhin liesse sich dieser Umstand aber aus einem späteren Abschnitt dieses

Aufsatzes erklären. Die *Convolvuli* kamen ebenso noch an, so dass ich, als die letzte gefunden war, von dieser Art 412 Stück zählen konnte. In diese Zahl nicht mit eingerechnet sind natürlich die vielen mehr oder minder beschädigten Puppen, die mir zugetragen waren, die aber von vornherein als sichere Toteskandidaten gar nicht mitgerechnet wurden.

Es muss hier eingeflochten werden, dass eine, wenn auch noch so geringfügige Verletzung einer Totenkopf- oder Windenschwärmerpuppe, insofern sie nur zu dem kleinsten Blutaustritt führt, in 99% der Fälle den unbedingten Tod des Tieres nach sich zieht. Auch geringfügige Quetschungen, und mögen sie noch so oberflächlich sein, bringen die Puppe fast immer früher oder später zum Absterben oder führen im allerbesten Falle zum halben oder ganzen Verkrüppeln des Falters. Das Ergebnis des Herbstes 1927 hat diese hohe Empfindlichkeit wieder deutlich bewiesen, wie aus Folgendem zu ersehen ist.

Von den als gut und scheinbar unverletzt befundenen, kräftigen und sicher lebenden *Atropos*-Puppen gingen wohl aus dem eben erwähnten Grunde trotzdem noch 76 Stück zu Grunde, von denen 36 verfaulten, 40 vertrockneten. Dies alles, trotz ganz gleicher Behandlung mit den lebend gebliebenen, sicher fast in den meisten Fällen aber durch ein beim Ausgraben erlittenes, äusserlich unsichtbares, mechanisches Trauma. Schliesslich ist das ja kein Wunder, wenn man bedenkt, welch schwere Erdschollen dabei oft auf die doch relativ zarten Tiere stürzen. Die beiden genannten Absterbeformen fanden sich sowohl bei noch kaum, als auch bei schon vollkommen in der Puppe entwickeltem Falter, so dass nicht ohne weiteres an ein Entwicklungsstadium besonderer Empfindlichkeit bei den zahlreichen Absterbefällen gedacht werden kann. Als Hauptgrund bleibt vielmehr immer wieder die in jeder Zeit der Puppenperiode äusserst grosse Sensibilität gegen jede Störung überhaupt bestehen, die sich bei irgend einer erlittenen sichtbaren oder unsichtbaren Beschädigung früher oder später in der Entwicklung unbedingt und unfehlbar auswirkt. Diese verhältnismässig hohe Verlustziffer an sonst guten Puppen ist besonders schmerzlich und macht sich bei den nicht unbedeutenden Kosten, die ein solches Massensammeln verursacht, sehr unangenehm bemerkbar. Immerhin aber überstiegen die Verluste 1927 bei den Freilandpuppen die früherer Jahrgänge nicht, ja sie waren sogar prozentual etwas geringer. Die früher 1901—1911 aus Eizucht gewonnenen Puppen hatten ja, wie schon erwähnt in keinem Falle versagt.

Noch zur Zeit des Einbringens der ganzen Puppenmassen begann auch schon das Schlüpfen der manchmal schon im freien Felde fast

völlig entwickelten Falter, und zwar zunächst ausschliesslich *Convolvuli*. Ende September und in der ersten Oktoberhälfte schlüpften täglich zwischen 7 und 15 Stück, davon verschwindend wenige Krüppel. In der zweiten Oktoberhälfte erschienen neben guten Faltern auffallend viele *Convolvuli*krüppel, so dass sich fast das umgekehrte Bild der vorhergegangenen Zeit ergab. Vom ersten November bis zum Ende dieses Monats erschienen wiederum nur fehlerlose grosse Falter, kein einziger Krüppel. Was dann noch an Windenschwärmerpuppen vorhanden war, zeigte keinerlei oder nur vereinzelt Falterentwicklung und schien zum Teil überwintern zu wollen.

Der erste *Atropos*falter schlüpfte am 5. Oktober, nach einigen Tagen kam wieder einer, dann 2, schliesslich an manchen Tagen der ersten Novemberhälfte 6 Stück. Auch bei dieser Art zeigte sich die merkwürdige Erscheinung, dass innerhalb einer gewissen Zeitspanne auffallend viele Krüppel schlüpften. Hierüber wird an anderer Stelle noch besonders zu reden sein.

Atropos wie *Convolvuli* schlüpften überwiegend gegen Abend und während der ganzen Nacht, davon *convolvuli* sowohl schon etwas früher, als auch bis spät in den Morgen hinein. Dieser Umstand des Auskriechens am Morgen war oft sehr misslich, weil die während der Nacht geschlüpften Falter, durch die Neuankömmlinge gestört, dann in den Stunden der Morgendämmerung wild zu fliegen begannen.

Gegen Ende November war der weitaus grösste Teil aller lebendgebliebenen Puppen beider Arten geschlüpft, und nur vereinzelnt erschienen bis gegen Weichnachten noch Falter.

Am 15. Dezember, als Abschlusstag der angeführten Zählung, waren geschüpft 205 *Convolvuli*falter davon 98 Männchen und 107 Weibchen einschliesslich der 41 Krüppel. 16 Stück *Convolvuli*-Puppen lagen an diesem Tage noch gut und lebend im Kasten. Leider aber war bis dahin die nicht unerhebliche Zahl von 119 Puppen zwischen 19. Oktober und 15. Dezember eingegangen. Wie schon erwähnt, waren diese Tiere teils verfault und teils vertrocknet, wieder andere hatten noch den Falter entwickelt und waren dann abgestorben oder schliesslich beim Schlüpfen stecken geblieben. (Letzteres kommt übrigens fast nur bei angetrockneten Puppen vor.)

Von den 205 als gut und lebend eingebrachten *Atropos*-Puppen ergaben bis 15. Dezember 125 Stück den Falter davon 67 Männchen und 58 Weibchen, davon 25 Krüppel. 14 Puppen lagen zu dieser Zeit noch frisch und lebend, der Rest von 76 Stück war in gleicherweise wie bei *Convolvuli* zu Grunde gegangen. Die Krüppel verteilten sich bei beiden Arten fast gleichmässig auf beide Geschlechter. Im Bezug auf die Ausbildung der Hoden und Ovarien zeigten sich

nur bei 2 *Convolvuli*-Männchen und 3 *Atropos*-Weibchen, die verkrüppelt waren, ausgesprochen nekrotische Erscheinungen im Leibesinneren und damit auch jener Organe. Die anderen Krüppel wiesen normale Verhältnisse auf.

Sämtliche normal ausgebildete Männchen übertrafen an Körpergrösse und Flügelspannung in nur wenigen Exemplaren den Durchschnitt der Mitteleuropäischen Form, bei den Weibchen aber schlüpften mehrere besonders grosse Tiere und zwar sowohl solche, welche die normale Spannweite von durchschnittlich 12,5 cm überschritten, als auch solche, welche ein aussergewöhnliches Köpervolumen aufwiesen. Spannweite und Körpervolumen über das normale Mass waren indessen in keinem der Fälle unbedingt mit einander verbunden, ein Umstand, auf den ich schon in einer früheren Arbeit über *Atropos* und *Convolvuli* und anderenorts wiederholt hingewiesen habe. Als Curiosum mag erwähnt sein, dass ein bei normaler Spannweise gemessenes, in dieser Hinsicht (13,3 cm) grösstes Weibchen einen unter dem Durchschnitt auffallend kleinen Hinterleib aufwies und auch aus einer nur mittelstarken Puppe stammte. Der Leib dieses Tieres wies bei der Eröffnung eine besondere Leere und Trockenheit auf.

Nach dieser ausschliesslich chronologisch gedachten Schilderung der Ergebnisse von 37 Jahren sei versucht, durch genauen Vergleich der Befunde und durch Heranziehung vieler Möglichkeiten, gewissermassen analytische, jener merkwürdigen Anlage näher zu kommen, welche die Fortpflanzung von *A. Atropos* und *H. concolvuli* in unseren Breiten immer wieder verhindert. Zu diesem Zwecke möchte ich mit der Imago beginnen und erst nachher auf Raupe und Puppe zu sprechen kommen.

Der Falter.

Zunächst wäre jener Tiere zu gedenken, welche in der Freiheit als Falter gefangen wurden. Bei *Convolvuli*, als Beispiel voraus genommen, stehen eine grosse Anzahl fast alljährlich gefangener, völlig oder doch fast ganz steriler, d. h. nur mit primitiver Eianlage ausgestatteter Falter jenen einzigen zwei Weibchen aus dem Jahre 1921 gegenüber, deren Abdomen mit voll entwickelten Eiern prall gefüllt war, die aber leider nicht ablegten. Diese beiden Tiere waren, wie schon erwähnt, viel kleiner als die bei uns sonst schwärmenden *Convolvuli*, auffallend heller gefärbt und glichen im Typus besonders jenen aus Dalmatinereiern gezüchteten Faltern. Es ist hier mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass es sich um Emigranten d. h. solche Weibchen handelt, welche die Mütter aller bei uns vorkommenden Windenschwärmer darstellen.

Die sterilen Falter aber sind in den meisten Fällen grosse, kräftige Tiere, die wohl in den Grössenmassen und Proportionen untereinander variieren, aber doch vielleicht eine besondere andere Form darstellen. Besonders unterschiedlich ist bei ihnen die Färbung und Zeichnung der Flügel ausgebildet, bei der sich nicht nur zwei Varietäten unterscheiden lassen, nämlich eine hellgraue und eine düstergraue oft ins schwarze gehende Färbung, (wohl die in den Sammlungen als „*obscura*" bezeichnete Form), sondern bei der sich zwichen diesen beiden Hauptfärbungen auch alle erdenklichen Uebergänge finden lassen bis zu solchen Ausfärbungen, die zwar als in Händlerkreisen gesuchte Aberrationen gelten, auf Grund meiner genauen Beobachtungen aber nichts als pathologische Veränderungen darstellen. Hierüber möchte ich indessen in einem anderen Aufsatz berichten. Von den eben genannten zwei Hauptvarietäten ist noch zu erwähnen, dass die hellgrau gezeichnete oft nicht nur einen leichten Stich ins gelbliche aufweist, sondern, dass bei ihr auch das Rot der Hinterleibsringe beinahe in allen Fällen ein zartes blasses Aussehen hat, während umgekehrt bei der dunkelgrauen Form die Tönung am Abdomen fast bei jedem Tier als ein prachtvoll tiefes Rot bezeichnet werden kann. Dieser letztere Färbungstyp scheint in manchen Jahren besonders zu überwiegen und seinen Ursprung keinesfalls in der Vererbung, sondern ausschliesslich in äusseren Einflüssen, wie in erster Linie in Temperaturen, dann im Futter, in den Bodenverhältnissen etc. zu haben. Selbstverständlich ist auch der helle Typ auf gleiche Ursachen zurückzuführen. Allerdings scheinen stets mehrere Componenten zusammen zu wirken, um auf die Ausfärbung bestimmend zu werden, wie aus manchem Nachfolgenden hervorgeht. Gewisse kleine Schwankungen bei den südlichen Tieren z. B. den Dalmatinern fallen gar nicht ins Gewicht gegenüber den grossen Ausschlägen in der Färbung der Tiere in unseren Gegenden. Wie gesagt, ist aber der wesentlichste Unterschied zwischen den ausgesprochenen Südländern und unseren *Convolvulis* in der Grösse der letzteren zu suchen. Gelegentlich vorkommende kleine Exemplare stellen Kümmerlinge oder Hungertiere dar, die für die Beurteilung ohne Bedeutung bleiben. Dass auch bei den Südländern allenthalben grössere Exemplare vorkommen, hat gegenüber dem Durchschnitt der Messungen nichts zu sagen.

Kein wesentlicher Unterschied mit Ausnahme der Grösse zwischen Südländern und Nordländer lässt sich, mit Ausnahme der bden genannten Grössenverhältnisse, in der allgemeinen Gestalt e. h. morphologisch feststellen.

In der Lebensweise der *Convolvuli*-Falter habe ich zwischen Süden und Norden ebenso keinerlei wesentliche Abweichung Konstatieren können. Die Windenschwärmer Sumatras, sowie die in Nordafrika, Dalmatien und Italien flogen im allgemeinen nur etwas früher am Abend und oft schon vor der besonders in den Tropen ganz plötzlich einsetzenden Dämmerung und Nacht. Immerhin habe ich aber sowohl in Bozen, wie an den Ufern des Ammersees schon um 5 Uhr Nachmittags im August und September an Blüten schwirrende *Convolvulis* angetroffen. Auch die Nahrungsaufnahme, die Flugweise ja sogar die bevorzugten Blüten, wie die des Geisblattes, sind in heissen und gemässigten Gegenden die gleichen.

Bei der Besprechung der Lebensweise der Falter darf aber wieder einer Beobachtung und der aus ihr resultierenden Ueberlegung nicht vergessen werden, die von manchen als bedeutungsvoll für die Nachkommenschaft einer Migrationsmutter gehalten werden könnte. Bei dem epidemischen Auftreten von *convolvuli* in Ost- und Nordsumatra (siehe meinen Aufsatz in den Mitt. d. Münchn. Entomol. Gesellsch. 1913) fiel mir besonders auf, dass trotz des Schlüpfens von hunderten, ja tausenden von Faltern pro Abend nicht ein Tier am Licht oder an Blüten schwärend anzutreffen war, sondern dass alle Falter nach genauen Beobachtungen — auch anderer Entomologen — sofort nach Norden abzogen und sich später in ihrer Nachkommenschaft über die Halbinsel von Malakka und weit nach Hinterindien hinein verbreiteten. Die dazwischen liegende Meeresstrasse stellte für die ausgezeichneten Flieger ebensowenig ein Hinderniss dar, wie etwa bei uns in Europa das Mittelländische Meer. Damit wäre nicht von der Hand zu weisen, dass die Wanderweibchen — wahrscheinlich nach eingegangener Paarung sofort gegen Norden abfliegen und nun da und dort, vielleicht in räumlich äusserst grossen Abständen ihre Eier absetzen, ohne dabei viel Nahrung aufzunehmen, vielleicht sogar ohne eine solche überhaupt. Es ist zum mindesten auffallend, dass ich in fast dreissig Jahren, trotz massenhaften Fanges schwärmender Weibchen, gleich anderen Sammlern niemals ein eiertragendes Tier zu Gesicht bekam. Die hierüber in der Litteratur vorhandenen Angaben sind meist oberflächlich und anzweifelbar, und schliesslich ist mir nur ein einziger Fall bekannt, bei dem ein sicherer Gewährsmann Herr J. Rackl in München dortselbst im Jahre 1894 ein am Haustor schlafend sitzendes *Convolvuli*weibchen fand, das bei der Abnahme infolge des ausgeübten Druckes eine Anzahl Eier fallen liess. Diese schlüpften jedoch nicht. Da die Jahreszeit um Anfang Juli war, durfte es sich hier zweifellos um ein Wanderweibchen gehandelt haben. Dass die Eier keine

Raupen ergaben, ist für das Gegenteil nicht beweisend. Solche Fälle des Fanges normaler Weibchen dürfte in unseren Breiten zu den grössten Seltenheiten gehören. Die meisten diesbezüglichen Berichte stammen wohl aus Sammelergebnissen in Südtirol, Mazedonien, Dalmatien etc. In diesen Gegenden scheint sich ja zweifellos ein Teil der Nachkommenschaft eines Wanderweibchens unter Umständen zu normalen Tieren zu entwickeln. Gleichwohl findet man auch in Südtirol nach den Angaben F. Dannehls, eines grünndlichen Kenners der dortigen Schmetterlingsfauna und ihrer Biologie, eine grössere Menge steriler Weibchen. Dieselbe Beobachtung machte dortselbst auch H. Morin und schliesslich konnte auch ich in Klausen und um Bozen herum nur ausschliesslich sterile Weibchen an Geisblatt und Tabak fangen.

Die Einwanderung dürfte nun so vor sich gehen, dass die Migrationsweibchen wahrscheinlich mit kaum vorstellbarer Geschwindigkeit und Ausdauer, wohl in einer einzigen Nacht gleich den Zugvögeln, ihre Wanderstrecke hinter sich bringen, dort schon um Mitternacht oder gegen Morgen eintreffen und ebenso wahrscheinlich auch gleich noch mit der Eiablage beginnen. Die von Demoll angegebenen und in dem manche Irrtümer enthaltenden Buche von Hering wiederholten Zahlen über die Fluggeschwindigkeit solcher Sphingiden dürften viel zu niedrig gegriffen sein. Ich glaube auf Grund vieljähriger Beobachtungen und übereinstimmend mit vielen anderen Entomologen behaupten zu dürfen, dass bei diesen Wandersphingiden besonders während des Nordfluges selbst Geschwindigkeiten erreicht werden, die nicht nur von den besten Fliegern unter den Vögeln z. B. nicht erreichet werden dürften, sondern die auch die phantastischen Geschwindigkeiten moderner Flugzeuge übertreffen.

Die Mütter aller in unseren Gegenden vorkommenden *Convolvuli*- wie auch der *Atropos*-Raupen werden demnach mit wenigen Ausnahmen aus dem nördlichen Afrika, wenn nicht noch weiter südlich herstammen. Die gleiche Heimat haben aber wohl auch die Mehrzahl der Mütter der Dalmatiner-, Italiener-, und Südtiroler *Convolvuli*- und *Atropos* — Nachkömmlinge. Es wäre logisch kaum zu erklären warum auch in Südeuropa sterile Weibchen auftreten und warum umgekehrt in den reinen Tropen sich die Eier stets entwickeln, wie dies bei allen von mir dort untersuchten Faltern der Fallwar. Dass in warmen Gegenden Südeuropas auch normale Weibchen aus dort entwickelten Puppen erscheinen, kompliziert den Gedankengang keineswegs, wenn man sich der im vorhergehenden erwähnten Komponenten erinnert. An dieser Stelle muss jedoch unbedingt einer

Mitteilung F. Dannehls in seinen Beiträgen zur Macrolepidopterenfauna Südtirols gedacht werden, in der er berichtet, dass er zwar in mehreren Jahren hintereinander eine Reihe von Kopulationen bei *Atropos* erzielt habe, dass dann eine reichliche Eiablage erfolgt sei, dass aber keines dieser Eier befruchtet gewesen wäre und eine Raupe ergeben hätte. Wie mir F. Dannehl mündlich berichtete, hat er allerdings die Eier nicht genau untersucht und zu diesem Zwecke geöffnet. Es wäre daher immerhin möglich, dass nur der Keim abgestorben war. Einer der gedachten Koponennten, wie Futterpflanze, Bodenbeschaffenheit, Luftverhältnisse und vor allem Wärme, ist die Strahlungsenergie der Sonne. Man muss sich vergegenwärtigen, dass z. B. in Dalmatien oder Mazedonien und ähnlichen südlichen Breiten in geschützten Lagen nicht nur das allgemeine Klima vom Mai bis zum Oktober dem afrikanischen durchaus ähnlich ist, sondern man darf auch sagen, dass die Strahlungsenergie der Sonne dort in der halben Zeit des Jahres fast die der Tropen zu erreichen vermag. Im gemässigten Klima nördlich der Alpen werden zwar gelegentlich im Juli und August auch afrikanische Temperaturen erreicht, niemals aber wird die Strahlungsenergie die durchdringende Gewalt wie in den heissen Erdteilen erreichen. Genau so, wie es bei uns weder durch die wärmste Julisonne noch durch den besten Brutkasten gelingt, z. B. Schildkröteneier (etwa einer rein südlichen Art wie *Testudo graeca*) zur Entwicklung des Keimes zu bringen, wie die Versuche von A. Hasselwander wiederholt bewiesen haben, ebensowenig scheint Wärme allein beim Windenschwärmer und Totenkopf die Bildung normaler Eier bei der unter der Erde liegenden Puppe bewirken zu können. Er ist sehr wahrscheinlich, dass auch hier gleichwie bei den ebenso in der Erde liegenden *Testudo*eiern die Bildung des Keimstreifens, die Strahlungskraft des Sonnenlichtes, durch die Erde hindurch den Anstoss zur Weiterentwicklung der Oogonien bis zum reifen Ei bewirkt. Der Unterschied bei beiden, wenn auch noch so verschiedenen Tieren ist in der Entwicklung der Eier nur ein zeitlicher, wobei beim Schmetterling offenbar die heranreifenden Eier die spezifische Empfindlichkeit aufweisen, während dieselbe bei der Schildkröte später in dem schon befruchteten Ei erst auftritt. Wahrscheinlich wird aber auch schon die Raupe bezw. die in ihr angelegten Ovarien entsprechend beeinflusst. Dieser Gedanke soll aber erst später nochmals behandelt werden.

Es ist nötig, an dieser Stelle einer Hypothese zu gedenken, welche Gilmer aufgestellt hat, und nach der sich die Eier bei *Convolvuli* und *Atropos* erst im bereits geschlüpften Weibchen nach

längerem Flug entwickeln sollten. Wie aus den vorhergehenden chronologischen Aufzeichnungen hervorgeht, habe ich besonders im Sommer 1927 dieser an sich schon unwahrscheinlichen Hypothese an gefangenen Freilandweibchen nochmals grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Allein auch nicht der geringste Umstand oder die geringste Veränderung liess bei den in Flugkästen gehaltenen Tieren sowohl, als an stark abgeflogenen, freien Tieren auf eine Fortentwicklung der primitiven Eier und Eikammeranlage schliessen. Von vornherein spricht ja schon der anatomische und histologische Befund der Leibeshöhle aller untersuchten Weibchen in sämtlichen vorne angegebenen Jahrgängen ausserordentlich gegen die Möglichkeit einer im Falter vorsichgehenden Weiterentwicklung des Eies. Es ist überall eine ausserordentlich starke Reduktion des allgemeinen Flüssigkeitsinhalts des Körpers (vielleicht mit Ausnahme des Meconiums) zu konstatieren, ferner aber auch unverhältnismässig geringe Massen von Fettkörpern und schliesslich eine allgemeine Degeneration des ganzen anatomisch-histologischen Aufbaus der Leibeshöhle, die sogar bei äusserlich vollkommen normalen, kräftigen und lebhaft fliegenden Faltern bis zur beginnenden Nekrose führen kann. Man könnte sehr versucht sein, in vielen Fällen von einer Vertrocknung des Hinterleibsinhalts zu sprechen; indessen scheint es sich aber um einen histolytischen Prozess zu handeln. Beobachtungen an dem nachher zu besprechenden Puppenstadium werden diese Annahme begründen helfen. Schliesslich ist es auch wohl kaum denkbar, dass während der verhältnismässig sehr kurzen Lebensdauer der Weibchen es überhaupt zu keiner Ausblildung grösserer Eimassen kommen könnte, denn soviel mir bis jetzt bekannt, findet sich nirgends in der gesamten Schmetterlingswelt etwa ein Vorgang wie bei der Eibildung gewisser Mückenarten oder etwa wie bei jener noch weiter fortgeschrittenen Entwicklungsform der Glossinen oder Nycterebien, welche lebendige Larven gebären. Hier und dort dürfte es sich doch um zwei grundverschiedene histo-biologische Anlagen handeln. Vergleicht man die Einlagen bei den Puppen anderer Sphingidenarten, so findet man, dass bereits Wochen vor dem Schlüpfen die Ovidukte von halb und ganz entwickelten Eiern strotzen. Die Oogonien, — wie ja auch die Spermatogonien und Spermatogyten — Teilungen finden bei vielen Schmetterlingen schon in der Raupe, bei den meisten aber spätestens im Puppenstadium statt. Zur Zeit des Schlüpfens des Falters ist die Hauptmasse der Eier, wie der Spermien normalerweise längst gebildet und nur in den peripherstenTeilen der Hoden findet man noch vereinzelte

Teilungs- und Reifungsvorgänge. Indessen sind bei diesen dann schon stark degenerative Erscheinungen wahrzunehmen.

Ferner möchte ich gelegentlich der Besprechung des *Convolvuli* und *Atropos* Falters der nicht unbedeutenden Frage gedenken, ob die Begattung der Migrationsweibchen ausschliesslich noch in ihrer Heimat erfolgt, ob sie also die Spermien im Receptaculum mit auf ihre Wanderung nehmen, oder ob beide Geschlechter zunächst wandern und dann erst kopulieren. Meines Wissens ist hierüber so gut wie garnichts bekannt. Es ist mir nicht gelungen, hierüber irgend welche Beobachtungen machen zu können. Wie schon erwähnt, fehlte mir bei jenen einzigen zwei typischen Wanderweibchen von *Convolvuli* jedwedes Untersuchungswerkzeug, wie Mikroskop, Fixierungsmittel etc. Die Untersuchung des Receptaculums hätte vielleicht über die obige Frage wenigstens teilweisen Aufschluss geben können, wenn natürlich auch der positive Befund über die Zeit der Paarung keine sicheren Anhaltspunkte hätte liefern können. Seitdem kamen mir leider nie wieder normale Wanderweibchen zu Gesicht. Die Beobachtungen gelegentlich der *Convolvuli*-Epidemie in Sumatra sprechen aber schliesslich sehr für gemeinsame Wanderung der Geschlechter.

In einem selbstverständlichen Zusammenhang mit diesem Hinweis auf die Kopulation steht die wichtige Tatsache, dass die bei uns geschlüpften weiblichen sterilen Tiere, gleichwie die männlichen, mit absolut normal entwickelten äusseren Geschlechtswerkzeugen ausgerüstet sind. Hier ist bei sämtlichen, wenn auch in der Leibeshöhle noch so degenerierten Weibchen keinerlei Verkümmerung zu konstatieren, was weit über 100 gerade daraufhin untersuchte Exemplare bewiesen. Ostium, Bursa copulatrix mit Zahnleisten und Receptaculum seminis sind stets vollausgebildet vorhanden. Die Degeneration beginnt erst oberhalb des Oviductus communis in den eigentlichen Ovidukten oder Eischläuchen, welche vielfach in ihrer Gesamtausdehnung nur als homogene dünne Stränge zu verfolgen sind und meist auch in ihren obersten Teilen — besonders bei *Atropos* — nicht eine Spur von Eianlage bezw. Eikammern enthalten. Sind solche, wie etwa bei vereinzelten Exemplaren von *Convolvuli*, doch vorhanden, so kommen sie nie über das Stadium einer schwachen Dotteranlage hinaus, wobei die Eikammern wie auch vor allem der Eikern selbst deutliche Degenerationsmerkmale aufweisen. Von dort an, wo die wenigen Eikammern aufhören, ist dann wieder die vorher beschriebene Verkümmerung der sämtlichen leeren Eischläuche zu verfolgen. Die Untersuchung der Genitalanhänge von männlichen Faltern aus Puppen unserer

Gegenden ergab, mit südlichen Tieren verglichen, nicht nur keinen Unterschied, sondern förderte vor allem die immerhin überraschende Tatsache zu Tage, dass hier auch die inneren Geschlechtsorgane im Gegensatz zum weiblichen Falter und wie schon im chronologischen Teil dieses Aufsatzes erwähnt, in den meisten Fällen voll und normal zur Ausbildung und Funktion gelangen. Es bildet sich wohl fast immer eine normale Hodenanlage schon in der Raupe aus, die dann in der Puppe zu der typischen unpaarigen Hodenkugel verschmilzt. Aber nicht nur die Anlage des Hodens als ganzes kommt hier gleich dem Samenstrang, den Samenblasen etc. restlos zur Ausbildung, sondern eben diese Hodenkugel bildet fast in allen Fällen histologisch normal aussehende Spermatogonien, Spermatocyten, Spermatiden und Spermien, wie jede andere bei uns heimische Sphingide aus. Weit über hundert diesbezülicher Untersuchungen dienten zur Bestätigung dieser Beobachtung und ergaben immer das gleiche histologische Bild. Nur in ganz wenig Fällen waren Abweichungen vorhanden, wobei es sich aber stets um mehr oder minder verkrüppelte, leicht angetrocknete oder sehr kleine männliche Falter handelte, also fast immer mehr oder minder pathologische Verhältnisse zu Grunde lagen. Abgesehen von diesen wenigen Ausnahmen waren in allen anderen Fällen die Geschlechtszellen nicht nur von normalem Aussehen, sondern anscheinend auch von normaler Anzahl in Bezug auf die durch sie ausgefüllten Cysten und auf die in ihnen zählbaren 48—50 Chromosomen. Auch das Aussehen der Chromosomen selbst zeigte wenigstens bis zu jener Auflösungsgrenze, die sich durch Zeiss Apochromat Oelimmersion 2 mm erreichen lässt, keinerlei Unterschied zwischen den einzelnen untersuchten Tieren. Die Chromosomen von *Atropos* und *Covolvuli* sind leider ausserordentlich klein und gehören mit zu den kleinsten, die ich überhaupt in den Geschlechtszellen von Schmetterlingen zu beobachten die Gelegenheit hatte. Die unverhältnismässig kleineren Psychiden besitzen grössere Chromosomen. Diese besondere Kleinheit verhindert leider auch mit den besten optischen Mitteln eingehendere morphologische Studien an den Chromosomen sowohl, als auch eine ganz exakte Deutung der Reifungsvorgänge und damit einen sicheren Entscheid über Veränderungen und Ausfälle, die vielleicht vorhanden sein könnten.

In der allgemeinen Grösse der Geschlechtszellen fand sich zwischen südlichen und nördlichen Tieren keinerlei Unterschied.

Ovarien, Eischläuche und Hoden wurden, wie schon erwähnt, sowohl aus Puppen wie aus frisch geschlüpften Faltern herausgenommen, nach Flemming oder in Sublimateisessig, sowie auch in

zwei Fällen nach Carnoy fixiert und mit Eisen-Hämatoxylin oder Boraxkarmin gefärbt.

Fasst man das Ergebnis all dieser Befunde beim Falter zusammen, so kann man wohl davon reden, dass uns doch eine gewisse Spur gezeigt wird, auf der man schliesslich zum sicheren Ursprung der weiblichen Sterilität gelangen kann. Man wird sie in thermischen Einflüssen zu suchen haben. Nur der scheinbar normale Verlauf der Entwicklung der Geschlechtszellen beim Männchen bildet einen gewissen Widerspruch auf dem Weg zur Klärung. Aber es ist eine bei den Schmetterlingen immer wieder zu beobachtende Tatsache, dass alle etwa auftretenden Entwicklungshemmungen — oder Störungen stets in erster Linie das weibliche Geschlecht befallen. Die dafür in der Literatur angegebenen Gründe sind aber so hypothetischer Natur, dass ich sie hier nicht weiter anführen möchte. (Siehe Hering: Biologie der Schmetterlinge.) Dass aber tatsächlich auch hier noch eine allgemeinere Unterschiedlichkeit in der Entwicklung der beiden Geschlechter sicher vorliegt, wird man an verschiedenen Stellen der nachfolgenden Ausführungen über Raupe und Puppe erkennen.

Die Raupen.

Nachdem schon in der ontogenetisch verkehrten Reihenfolge mit dem fertigen Falter begonnen wurde, müsste an dieser Stelle eigentlich nun die Beschreibung und Analysierung der Biologie der Puppe folgen. Allein gewisse Hinweise bei den Betrachtungen der Verhältnisse beim Falter lassen meine abweichende Einteilung sogleich verstehen. Dort habe ich angedeutet, dass vielleicht der Anstoss zu dem anormalen Ablauf der Eientwicklung schon im Raupenleben vor sich gehen muss, oder dass zum mindesten gewisse Umstände eine Prädestination hierzu schaffen könnten.

Zu meinem grössten Bedauern ist das Eimaterial, das ich von Franz Rudolf in Gravosa erhielt und das wenige, das ich selbst, wie beschrieben, in Sumatra (befruchtet) zusammenbrachte, wegen seiner geringen Zahl ungeeignet, in den Rahmen dieser Betrachtung hereingezogen zu werden. Noch weniger konnten aus demselben Grunde mit ihm damals Versuche angestellt werden. Wir müssen daher auf das Eistadium verzichten und uns damit begnügen, zu wissen, dass das Ei von *Atropos* zu den verhältnismässig grossen Eiern gehört und im Durchmesser das bekannte Ei des Pappelschwärmers etwa noch um ein Drittel übertrifft. Es ist hellgrün und matt glänzend. Im Gegensatz dazu steht das blaugrüne oft stark glänzende Ei des Windenschwärmers, das im Verhältnis zum Falter geradezu

auffallend klein ist. Bei beiden Arten scheint der Zeitraum, den das Ei bis zum Schlüpfen der Raupen überdauert, ein sehr kurzer, d. h. ein solcher von wenigen Tagen zu sein; denn einerseits waren die Eier, die ich aus Dalmatien erhielt, stets zur Hälfte schon auf der Reise nach München geschlüpft, andererseits schlüpften die jungen *Atropos*-Raupen in Sumatra nach 4—5 Tagen. Gewisse Notizen, die ich mir damals machte, lassen vielleicht darauf schliessen, dass die Eier zur Entwicklung der Raupe keiner besonders hohen Temperaturen benötigen, die Zahl der Beobachtungen ist aber viel zu gering, um auch nur irgendwie beweisend zu wirken.

Wenden wir uns daher nunmehr ganz der Raupe zu. Die Jugendstadien beider Arten bis zur dritten Häutung sind mir nur von Tieren aus Dalmatiner- und Sumatraeiern bekannt. Ich habe in unseren Gegenden niemals weder eine solch junge Raupe selbst gefunden, noch zugetragen bekommen. Es ist anzunehmen, dass die verhältnismässig noch unbedeutenden Frasspuren, sowie das ungemein dicht wachsende Kraut der Kartoffel, wie auch der zwischen ihr wuchernden Winde und schliesslich die allgemeine Unberührtheit der Aecker zur Zeit dieser Entwicklungsstadien der Hauptgrund ist, warum mir nie ein solches Tier in Freiheit zu Gesicht kam. Mühsames Suchen von Stunden, ja Tagen war stets umsonst, obwohl ich vier bis fünf Wochen später aus denselben, von mir sorgfältig abgesuchten Aeckern frische Puppen von *Atropos* und *Convolvuli* erhielt, die Raupen also sicher vorhanden waren. Von den aus Eiern gezogenen Raupen wäre in Bezug auf ihre Färbung nur zu berichten, dass die typische Ausfärbung zur grünen oder gelben Form, so wie auch zu der dunklen Varietät bei *Atropos* und *Convolvuli* zu verschiedener Zeit auftritt. Während bei ersterem die braune Form stets erst und niemals früher als nach der vierten Häutung erscheint, sind bei der noch viel stärker variierenden *Convolvuli*-Raupe die dunklen Tiere schon nach der dritten Häutung zu beobachten. Diese letzteren verändern dann nach der letzten vierten Häutung in manchen Fällen nochmals die Zeichnung, allerdings aber nie in der Haupttönung. Eine nach der dritten Häutung braune Windigraupe wird natürlich immer wieder braun als Grundton haben, eine nach dieser Häutung grüne Raupe bleibt auch nach der letzten im Grunde grün, nur dass hier grosse schwarze Flecken auftreten können. Diese schwarzen Flecken sind nicht identisch mit der Gesamttönung der Raupen, denn sie finden sich nicht nur bei solchen an sich so stark variierenden Raupen wie denen des Windenschwärmers, sondern auch bei der gänzlich konstant gefärbten Raupe des Ligusterschwärmers. Desgleichen scheinen die braunen gelegent-

lich auftretenden Flecken bei *populi* und *ocellata* mit den genannten schwarzen Flecken identisch zu sein. Nach meinen hierüber bei letzteren Arten angestellten Versuchen war eine Erblichkeit derselben auf die folgende und übernächste Generation nicht gesetzmässig festzustellen. *A. atropos* hingegen wies bei mehreren Hundert genau beobachteter Raupen nie diese schwarzen Flecken auf. Die schwarzen Punkte des Rückens vom vierten Segment an sind eine spezifische Zeichnung der Totenkopfraupe und nicht damit zu verwechseln. Ebensowenig aber ist, wie zuvor schon betont, die braune oder schwarze Ausfärbung nach der dritten bezw. vierten Häutung bei unseren beiden Arten mit jenen Flecken zwangsläufig verbunden.

Es sind mir in der Literatur keinerlei Stellen bekannt, aus denen hervorgeht, dass die Umbildung von der grünen Grundfarbe der Jugendstadien zum Braun oder Schwarz nach der vorletzten oder letzten Häutung irgendwie genauer untersucht worden wäre. Und doch ist mir aus der gesamten — wenigstens mir bekannten — Raupenwelt kein Fall zu Gesicht gekommen, bei dem dieses Phänomen der Umfärbung so wie bei *Atropos* vor sich ginge. Hier tritt nämlich diese Farbanlage nicht wie sonst während der Ruhezeit in der Umbildung zur neuen Haut auf, sondern erst eine gewisse, wenn auch kurze Zeit nach der erfolgten Häutung. Nach der letzten Häutung erscheint nämlich zunächst wiederum die für uns gewohnte gelbgrüne Raupe mit den typischen violetten, weissen und himmelblau auslaufenden Seitenstreifen. Während sich ihre Haut aber zu härten beginnt, treten zunächst an den vorderen drei Segmenten quadratische, graue, missgefärbte Flecken zu Tage, welche sich später mit einem weisslichen Rand umziehen, in gleichem Masse wie sie dunkler und dunkler werden. Zur selben Zeit beginnen sich auch alle übrigen Segmente zu verfärben, indem auch sie mit einem bräunlich grauen Ton überzogen werden, so dass die ganze Raupe eigentlich zunächst einen scheinbar krankhaften Ton annimmt. Die violetten und blauen Seitenstreifen verblassen und gehen in ein schwaches Lila über, während die schwarzen Punkte heller und heller werden und sich schliesslich hellgrau und damit heller als der inzwischen braun gewordene Grund ausfärben. Die auffälligsten Veränderungen erleiden zum Schluss dann noch die eben genannten Seitenstreifen, welche, nachdem sie bei der gelbgrünen Raupe am Rücken spitzwinklig zusammenstossen, sich nun überkreuzen und eine den Rücken entlangziehende Rautenfigur bilden. Dieser Vorgang solch auffälligen Farbenwechsels ist bei einer Temperatur von 18 Grad Celsius in einer Stunde abgelaufen. Die Raupe präsentiert sich dann in einem gänzlich veränderten neuen Kleid, das besonders durch die ins weiss-

rosa übergangene Verfärbung des Grundtons der ersten drei Segmente mit den quadratischen dunklen Flecken einen ganz fremdartigen Eindruck macht.

Ich habe diese Verfärbung und ihr Entstehen deshalb so genau beschrieben, weil bei Verfärbungen anderer Schmetterlingsraupen diese, wie schon erwähnt, meist schon während der Häutungsperiode in ihrer Anlage erscheint oder zum mindestens sofort nach dem Abstreifen der alten Haut so gut wie vollendet ist. Auch bei *Convolvuli* ist nach der dritten Häutung das Letztere der Fall, wenn auch bei dieser Art noch ein gewisses Nachdunkeln im Laufe der nächsten Stunde erfolgt. Bei *Atropos* aber ist unmittelbar nach dem Häutungsvorgang noch die gänzlich unveränderte Gelbgrünfärbung vorhanden. Es wäre nun bei der Betrachtung, die diesem Aufsatz zu Grunde liegt, nicht ohne Bedeutung zu wissen, ob diese Verfärbung die Rückkehr zu einer früher immer vorhanden gewesenen Tonung bedeutet oder ob sie eine Neuerwerbung darstellt. Es wäre deshalb so bedeutungsvoll, weil gerade im subtropischen Süden, den wir doch zweiffellos als die heutige teilweise Heimat unserer beiden Schwärmer annehmen müssen, die dunkle Färbungsart weit überwiegt, so zum Beispiel, dass von hundert Dalmatinerraupen 96 die braune Varietät, ganze drei Stück die gelbgrüne und ein Stück eine mattockergelbe Variante darstellten. Allerdings muss gerade hier wieder als widersprechender Befund erwähnt werden, dass sämtliche *Atropos*-Raupen, welche ich in Sumatra zog, die einfache Gelbgrünfärbung zeigten. Auch aus Südwestafrike wurde mir der gleiche Befund berichtet.

Da auch aus einem Erklärungsversuche von dieser Seite her neuerdings Widersprüche entstehen, wollen wir uns einem andern wichtigen Vorgang im Leben unserer *Atropos* und *Convolvuli*raupen zuwenden, nämlich ihrem Wachstum. Hier können wir in erster Linie einer Beobachtung gedenken, deren Richtigkeit durch das von mir seit über zwanzig Jahren auch an anderen Schmetterlingsraupen immer wieder angestellte Experiment bestätigt wurde. Auch F. Lenz erzielte bei Durchführung des Versuches wiederholt dessen einwandfreie Wirkung. Ich habe darüber schon im Jahre 1906 in der Münchner entomologischen Gesellschaft folgendes berichtet: Wenn man *Atropos*raupen nach der letzten Häutung einer nicht nur gleichmässigen sondern auch verhältnismässig hohen Temperatur aussetzt, wie sie etwa im Süden durchschnittlich herrscht, also über 20 Grad Celsius und mehr, so tritt bei ununterbrochener, hoher Fresslust der Raupen deren Puppenreife verhältnismässig schnell ein. Trotz grosser täglicher Nahrungsaufnahme werden aber diese

Raupen in beiden Geschlechtern nie über eine gewisse Grösse hinauskommen, da durch Wärme die Puppenreife ausserordentlich beschleunigt wird. Es gibt dann eben jene Faltergrössen, die wir im Abschnitt dieses Aufsatzes über den fertigen Schmetterling wiederholt als für den Süden typisch erwähnt finden. Hält man aber die Totenkopfraupen, wie auch andere Südländer bis zur letzten Häutung und etwa noch 5 Tage darüber gut warm, d. h. nie unter 19 Grad Celsius und geht nunmehr im Laufe des sechsten, siebenten und achten Tages nach der letzten Häutung langsam auf 17 Grad Celsius, ja sogar auf 16 und 15 (etwa über Nacht) herunter, so tritt die Puppenreife gegenüber den ganz warm gehaltenen Tieren erst um 8 Tage und noch später ein, aber bis zu 75% Raupen werden etwa um ein drittel grösser und schwerer als die Wärmetiere. Hiermit dürfte als gesetzmässig und exakt bewiesen sein, dass Puppenreife und Nahrungsaufnahme nur relativ, Puppenreife und Wärme aber unbedingt voneinander abhängig sind und zwar von dem Augenblick an, in dem die Raupe eine bestimmte Grösse in ihrem Wachstum durch ungestörte Nahrungsaufnahme erreicht hat.

Es wurde aber bisher nun nicht daran gedacht, dass gerade bei unseren *Atropos*- und *Convolvuli*-Raupen zu jener Zeit, in der sie etwa die letzte Häutung gerade in der Mehrzahl hinter sich haben, d. i. Ende August und Anfang September, im Freiland die Tageswärme besonders im Schatten selten mehr als 20 Grad Celsius erreicht, und dass dort vor allem von der Abenddämmerung bis in die späten Vormittagstunden des nächsten Tages besonders im September nur ganz selten die Temperatur über 18—20 Grad Celsius steigt. Die Natur schafft hier im Freien dieselbe Retendierung der Puppenreife, wie ich sie im Zuchtglas künstlich hergestellt habe. Man könnte mir hier zwar einwenden, dass auch in wärmeren und heissen Gegenden der Erde oft sehr kühle Nächte und damit vielleicht ähnliche Verhältnisse herrschen. Demgegenüber möchte ich aber bemerken, dass die Schattenwärme des Tages in jenen Breiten fast immer das doppelte unserer Septemberschattentemperatur beträgt, und dass ferner noch bis gegen Mitternacht auch bei starker Nachtkühle über der Erde etwa in Höhe einer Kartoffelstaude durch die Ausstrahlung des von der aufgenommenen Sonnenhitze stark erwärmten Bodens die Temparatur nicht unter 19 Grad Celsius sinkt. Genaue Messungen in Dalmatien haben ergeben, dass der Boden etwa 10 Centimeter unter der Oberfläche die ganze Nacht hindurch im Juni ca. 30 Grad Celsius und darüber behält. Auch die herniedersinkende kalte Luft vermag diese Strahlungswärme nicht auszuschalten. Ganz anders bei uns. Die

Strahlungsenergie der Sonne in unseren Breiten beginnt schon Anfang September ganz wesentlich nachzulassen und vermag auf keinen Fall im Schatten dichtstehender Kartoffelpflanzen die Luft und den Erdboden noch irgendwie stark zu erwärmen, sicher keinesfalls so, wie sie es etwa noch im August zu tun vermochte; Beobachtungen, die ich heuer in grösserer Anzahl machen konnte, bestätigen diese Ueberlegungen besonders. Ich erhielt nämlich noch von Ende September bis zum 8. Oktober nicht nur ganz erwachsene, ausserordentlich grosse Raupen, sondern auch noch Tiere, welche kaum die Hälfte des Wachstums nach der letzten Häutung hinter sich hatten. Bei diesen letzteren war die Retendierung der ganzen Entwicklung durch die kühle, noch dazu regnerische Zeit soweit fortgeschritten, dass sie nicht nur erst nach weitern vierzehn Tagen bester Pflege und gleichmässiger Wärme von 19 Grad Celsius endlich ausgewachsen waren, sondern dass bei verschiedenen Tieren nicht einmal die Verfärbung des Rückens ins Rötlichgelbe bei erlangter Puppenreife eintrat. Diese Raupen liefen ausserdem 2 bis 3 Tage lang noch umher, ehe sie sich in die Erde begaben und schliesslich lieferten sie eine zweifellos nicht vollkommen ausgefärbte Puppe, über die ich an anderer Stelle nochmal zu sprechen kommen werde. Die daraus nach 12 bis 14 Wochen geschlüpften Falter waren von mittlerer Grösse, der Zahl nach zu 50 Prozent verkrüppelt; die andere Hälfte erschien normal aber blass und aberrativ gefärbt. Bei diesen Stücken war die Kältestörung sicher soweit fortgeschritten, dass sie im Freien unter keinen Umständen mehr die Puppenreife erlangt hätten.

Ich glaube damit auch an der Raupe den ausserordentlich wichtigen Faktor der Temperatur, in der *Atropos* und *Convolvuli* in unseren Breiten leben und leben müssen, so weit klargestellt zu haben, dass man nicht zu weit mit der Vermutung gehen dürfte, in ihr wie früher schon angedeutet, den Ursprung und die Hemmung der normalen Eientwicklung beim Weibchen zu suchen. Die bei der Eientwicklung in der Puppe auftretende Ausbildung des Dotters scheint an Kräfte gebunden zu sein, die zwar vielleicht erst in der Puppe selbst sich auswirken, aber ebenso gut auch bereits im Raupenstadium gezeitigt oder gestört werden können. Denn nur diese Dotterbildung bzw. das Erscheinen normaler Nährzellen bedingt in erster Linie die Sterilität der Weibchen. Die Eizellen selbst scheinen auch hier wie beim Männchen die Samenzellen zunächst gänzlich normal angelegt zu sein und verkümmern erst dann beim Vorrücken in die häufig degenerierten Ovidukte.

Die Puppen.

Die letzten Betrachtungen bei den Raupen haben uns schon auf das Puppenstadium hinübergeführt. Viele Erscheinungen, nicht zuletzt der thermischen Störungen, hat dieses Stadium mit dem der Raupe gemeinsam. Immerhin aber sind starke Temperaturschwankungen im Freiland so unmittelbar auf die ziemlich tief in der Erde liegende Puppe einwirkend, als auf die in der freien Luft lebende Raupe. Umgekehrt dafür aber reicht die schwächer und schwächer werdende Strahlungsenergie der Sonne im mitteleuropäischen Herbst immer weniger aus, um das grosse Wärmebedürfnis unserer *Atropos* und *Convolvuli*-Raupen zu decken. Daraus allein schon ergibt sich der wahrscheinlich richtige Schluss auf eine Beobachtung, die sich in jedem Jahrgang des Vorkommens der beiden Schmetterlinge immer wieder machen lässt. Trotz reichlicher Funde an lebendem Puppenmaterial werden bei uns nördlich der Alpen im Freiland geschlüpfte Falter besonders von *Atropos* verhältnismässig sehr selten gefangen. Nur dann, wenn der September besonders trocken und warm bis zu seinem Ende geblieben ist, werden öfters Falter der beiden Arten, vor allem *Convolvuli*, schwärmend oder an Zäunen und Telegraphenstangen schlafend gefunden. Sämtliche zu dieser Zeit nicht geschlüpfte Puppen — und das wird mehr als dreiviertel der Gesamtzahl sein — ist allen Versuchen und Beobachtungen zufolge unrettbar dem Zugrundgehen durch die Kälte ausgesetzt. Wenn auch Spuler angibt und wenn es auch sicher gelegentlich vorkommt, dass in besonders warmen und mit milden Wintern beglückten Gegenden Deutschlands eine Ueberwinterung der *Atropos*puppe vorkommt, so kennt man dafür zu wenig zahlenmässige Belege und keinerlei Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse der Fortpflanzungsorgane solcher überwinterter Weibchen. Nach allen zu Anfang schon berichteten Experimenten mit einer künstlichen Ueberwinterung ist nach deren Ergebnissen mit Sicherheit anzunehmen, dass auch solche Tiere wohl steril sein würden. Die Ueberwinterungsversuche im ganz kalten Zimmer haben das Absterben sämtlicher Versuchspuppen in der Zeit von Mitte November bis Anfang Februar mit absoluter Konsequenz ergeben. Nur jene schon geschilderte Imitation eines Dalmatinerwinters ergab — wenn auch sterile — Falter.

Das thermische Trauma ist es vor allem, was eine vielleicht schon in der Raupe angelegte, in der Puppe aber dann wirklich zum Ausbruch kommende Degeneration der Eianlagen, der Eileiter, ja, wie wir sahen, sogar des gesammten inneren Abdomens herbei-

führt. Dass nun bei der Puppe wiederum ein gewisses kritisches Stadium besonderer Empfindlichkeit vorhanden ist, haben eine Reihe von genauen Beobachtungen bewiesen, die ich leider im Rahmen dieses Aufsatzes nicht alle ausführlich beschreiben kann, die sich aber dahin zusammenfassen lassen, dass — natürlich abgesehen von jedem mechanischen Trauma — die Zeit unmittelbar bis 14 Tage nach der Verpuppung und wiederum die Zeit der deutlich werdenden Entwicklung des Falters (Augen und Fühlerausfärbung) die höchste Empfindlichkeit einschliesst. Besonders bedeutungsvoll im Zusammenhang damit dürfte der von mir sicher festgestellte Umstand sein, dass bei sämtlichen *Atropos*- und *Convolvuli*-Puppen, und hier wiederum in erster Linie bei den Weibchen, eine zunächst langsame, dann aber oft sprunghafte Gewichtsabnahme erfolgt, die sich von dem durchschnittlichen Gewicht von 14 Gramm der jungen Puppe von *Atropos* bis zu 8 Gramm unmittelbar vor dem Schlüpfen des Falters absenken kann. Diese Gewichtsabnahme trifft nicht alle, auch nicht alle weiblichen Puppen gleichwertig, sie lässt sich aber bei diesem Geschlecht an jedem Exemplar von einem gewissen Zeitpunkt an sicher feststellen. Ich habe frisch geschlüpfte Falter gewogen und hier in mehreren Fällen trotz tadelloser äusserer Entwicklung kaum mehr das halbe Gewicht der frischen Puppe konstatiert. Da nun die Puppe bekanntlich keinerlei Darmöffnung oder eine andere Körperöffnung als die Stigmen besitzt, muss die Gewichtsabnahme mit einem gewissen Verdunstungsprozess der Flüssigkeitsmenge im Körperinneren einhergehen, die wiederum ihrerseits mit den umfangreichen histolytischen Veränderungen bei der Entwicklung des Falters einhergehen oder nahe zusammenfallen muss. Leichte Gewichtsabnahmen lassen sich ja bei Allen sich zum Falter entwickelnden Schmetterlingspuppen feststellen, niemals aber solche, wie bei den beiden uns hier interessierenden Sphingiden. Mit diesem Flüssigkeitsverlust und den damit verbundenen Abbauerscheinungen geht dann wohl nicht nur die Fähigkeit einer restlosen Durchbildung aller Organe des Abdomens in vielen Fällen verloren, sondern vor allem das Vermögen, die grossen Dottermassen zur normalen Eientwicklung durch die Nährzellen der Eikammern auszubilden. Wahrscheinlich wird gerade diese Funktion von der geschilderten Degeneration am ersten und am stärksten betroffen.

Eine weitere Tatsache möchte ich nebenbei hier erwähnen, nämlich den Unterschied in der Dicke der Puppenhüllen, welche im Süden oder bei uns schon im noch warmen August zur Entwicklung kommen und solchen, welche sich erst Ende September oder noch später verwandeln. Während erstere — gleich den echten Südländern —

fast durchwegs eine oft äusserst dünne Chitinhülle aufweisen, kann man bei letzteren meist eine verhältnismässig derbe Puppenhaut wahrnehmen. Dem hierin Erfahrenen zeigt diese Eigenschaft auch schon die lebende Puppe. Und in manchen Fällen, so wie bei dem massenhaften Vorkommen im heurigen Jahre, liess sich das Alter der Puppen wenigstens ungefähr darnach schon bestimmen. Fast kein Fall täuschte. Ausgenommen davon sind nur jene Exemplare, welche, wie schon früher erwähnt, sich aus den abnorm verspäteten Raupen entwickelten und blass- oder braungelbgefärbte Puppen lieferten. Bei diesen Tieren wiederum war die Chitinhülle der Puppe aussergewöhnlich dünn und stellt gewissermassen gerade noch die letzte Fähigkeit zur Ausbildung dieser Körperhülle dar. Im Falle der derben Anlage einer solchen bei den späteren Septemberpuppen scheint damit vielleicht dann ein gewisser Kälteschutz oder eine gewisse Reaktion auf die gesunkene Temperatur zum Ausdruck zu kommen, wenngleich ich diese Hypothese nur mit allem Vorbehalt aufstellen möchte. Wer, wie ich, über mehr als zwei Jahrzehnte hinweg sich eingehend und fast ausschliesslich mit der genauesten Beobachtung solcher biologischer und morphologischer Erscheinungen an diesen zwei Schmetterlingen und ihrer Entwicklung beschäftigt und wer vor allem erst den Befunden an Hunderten zu trauen beginnt, wird gleich mir zur Einsicht kommen, dass bindende Erklärungen, Folgerungen und schliesslich auch Hypothesen sich nur mit allergrösster Vorsicht und nach reiflichster Ueberlegung, Ueberprüfung und nach zahllosen Versuchen aussprechen lassen.

Eine alles Experimentieren mit anderen Sehmetterlingspuppen weit übersteigende Schwierigkeit liegt bei *Atropos* und *Convolvuli* in der ganz ungewöhnlichen Empfindlichkeit der Puppen, von der in diesem Aufsatz ja schon wiederholt berichtet ist. Gewissenhafteste Feuchtigkeitsregelung und Einhaltung einer möglichst hohen, günstigen Temperatur sind schon an und für sich die Grundbefür einen etwa fünfzigprozentigen Erfolg.[1]) Dazu kommt aber noch die zweifellos ebenso grosse Sensibilität gegen jede dislozierende Störung, die das Anstellen von Versuchen ebenso hindert, wie sie zu weiteren Verlusten führt. Umgekehrt aber hat in vielen Fällen das Belassen der in Blumentöpfen verpuppten Tiere in ihrer enteneigrossen Erdhöhle zur Folge, dass die Entwicklung bei nicht grosser Wärme retendiert wird, und die Puppe über den Winter liegt, um dann meist ohne sicheren Grund abzusterben. Hält man dagegen solche

1) Ausgenommen sind hier die aus dem Ei gezogenen Puppen, die sich nicht nur unter gleichmässigen Verhältnissen entwickelten, sondern auch frei von jedem mechanischen oder thermischen Trauma sind.

Blumentöpfe in sehr hoher Wärme, so ist die gleichmässige Feuchthaltung äusserst erschwert, und die Puppe vertrocknet dann entweder oder fault in dem sich in der Erdhöhle entwickelnden feuchten Dunst. Die am Anfang beschriebene Aufbewahrung auf einem Drahtgitter über dem Wasserspiegel eines Zinkeinsatzes und mit einer hohen Moosschicht bedeckt, hat die weitaus besten Erfolge unter allen möglichen Versuchen gezeitigt.

Zum Schlusse möchte ich noch auf die ebenso schon im Vorhergehenden angedeutete Erscheinung der sogenannten Luxurationsformen bei den weiblichen Puppen zu sprechen kommen. Wenn auch gelegentlich einmal männliche Exemplare das Normalmass etwas überschreiten, so finden sich doch ausgesprochene Riesenpuppen fast ausschliesslich im weiblichen Geschlecht. Diese Beobachtung kann man ja vielfach auch bei der Zucht anderer Schmetterlingsarten machen — besonders bei Hybriden-Zuchten scheint die Neigung zum Luxurieren gelegentlich stark hervorzutreten — aber auch hier wird in der Hauptsache immer nur das weibliche Element diese Uebergrösse aufweisen. Diesen abnorm grossen Puppen wohnt nun die merkwürdige Eigenschaft inne, dass sie zunächst immer mehr als alle andern Stücke die Neigung zum Ueberliegen haben, somit gleichzeitig schon eine bedenkliche Gefährdung des Durchkommens verbunden ist, dann aber scheint die Lebenskraft dieser Riesen an sich schon viel geringer zu sein als die aller anderen Puppen normaler Grösse. Bei der grossen Menge der *Atropos*puppen des verflossenen Sommers konnte ich diese Erscheinung leicht zahlenmässig feststellen. Von insgesamt 215 Totenkopfpuppen zählte ich 23 abnorm grosse weibliche Stücke. Von diesen wiederum schlüpften nur 5 Stück. Hiervon war ein Falter, was an anderer Stelle schon erwähnt wurde, in bezug auf Spannweite und Flügelfläche überragend, während trotz der riesigen Puppe sein Körpervolumen unter dem Durchschnitt stand, zwei Falter waren proportioniert gross und kräftig, aber in Bezug auf die Zeichnung ausgesprochene Aberrationen, ein ebenso aberrierendes Stück hatte einen gegen die Spitze zu merkwürdig verbogenen und verkümmerten rechten Vorderflügel, waren der linke an derselben Stelle auffallend ausgezogen war, trotzdem die Puppe an den Flügelscheiden keinerlei Anormalität zeigte, und schliefslich erschien ein vollkommener Krüppel mit abnorm grossem Leib, welch letzterer nicht nur mit auffallend viel flüssigem Inhalt gefüllt war, sondern auch bei allen oben erwähnten Gewichtsprüfungen die weitaus geringste Abnahme zeigte. Nach diesen Befunden begreift man, dass sich auch der Erscheinung der Luxuration gegenüber leichte Zusammenhänge in Bezug auf Entwicklungs-

hemmungen innerer Organe oder auch äusserer formlicher Veränderungen konstruieren liessen, zudem die von Lenz und mir wiederholt beobachtete hohe Mortalität solcher Puppen ganz einwandfrei festgestellt werden konnte. Indessen ist auch hier mit äusserster Vorsicht an bindende Erklärungen heranzugehen, denn in der freien Natur finden sich vollkommen normale Riesenexemplare einer Schmetterlingsart durchaus nicht selten, wie jeder alte Sammler weiss. Immerhin habe ich mir nicht nur die Freilandtiere von *Atropos* und *Convolvuli* meiner eigenen Sammlung, sondern auch die aller mir erreichbaren anderen Sammlungen daraufhin angeschaut, konnte aber in keiner derselben wirklich über das normale Mass hinausgehende Weibchen, feststellen. Bei den Vergleichen ist es besonders wichtig nicht etwa die Spannweite der Tiere zu prüfen, da diese in vielen Fällen von der Luxuration gar nicht betroffen wird und ausserdem bei längerem Flug im Freien bekanntlich durch nochmaliges Durchstrecken des Flügels immer etwas zunimmt, sondern ausschliesslich auf aussergewöhnliches Körpervolumen zu sehen. Dies ist allerdings bei den oft ärmlich eingeschrumpften Sammlungsleibern nicht ganz leicht. Die von mir aus Dalmatinereiern gezogenen *Atropos*weibchen zeigen jedoch — und das ist eben auffällig und sicher wesentlich — bei allen durch niedere Temperatur im Raupenstadium retendierten Exemplaren ausgesprochene Luxurationsformen, ohne in einem einzigen Stück wesentlich über die normale Spannweite von $12^1/_2$ bis 13 cm hinauszugehen. Die Puppen dieser Tiere waren alle ungewöhnlich dick und breit, wodurch vielfach ein ungewöhnlicher Seitendurchmesser herauskam. Auffallend sind an diesen Faltern auch die besonders derben Beine. Immerhin kann dieser letztere Umstand auch ein Rassenmerkmal und mit der eigentlichen Luxurationsform ohne Zusammenhang sein.

So habe ich nun im Vorstehendem versucht, eine zunächst möglichst genaue, chronologische Darstellung meiner Beobachtungen und Untersuchungen am Totenkopf und Windenschwärmer zu geben und im Folgenden dann die Ergebnisse in allen Entwicklungsstadien gegeneinander zu stellen und abzuwägen, um daraus Schlüsse auf die allgemeine Biologie der beiden Arten sowohl, als auch vor allem Erklärungen für die merkwürdige Sterilität möglich zu machen. Schon weiter oben habe ich wieder erwähnt, mit welch grosser Vorsicht solche Schlüsse und Hypothesen aufzustellen sind, aber immerhin glaube ich auf den Weg zur Klärung der berichteten Erscheinungen gekommen zu sein. Die meisten bisherigen Angaben

über *Atropos* und *Convolvuli* in allen mir bekannten Schmetterlingswerken, in allen Veröffentlichungen der internationalen entomologischen Zeitschriften, in dem guten Handbuch von Lederer und in der Biologie von Hering sind entweder viel zu oberflächlich, zu ungenau oder an einem zahlenmässig vollkommen ungenügenden Material gemacht. Ferner fehlt in den meisten Fällen der genaue Fundort — oder die Heimatsangabe, und schliesslich finden sich nirgends anatomisch makro- und mikroskopische Untersuchungen. Wenn diese Arbeit vielleicht etwas Licht in die noch reichlich dunkle Biologie unserer beiden Falter gebracht hätte und wenn sie vor allem zu ähnlichen Beobachtungen und Untersuchungen in anderen Gegenden Süd- und Norddeutschlands und Oesterreichs anregen würde, so wäre dies für mich ein Aequivalent für vieljährige Versuche und Enttäuschungen.

München, Weihnachten 1927.

Lampropteryx (Larentia) otregiata Mecalfe im Harz.

In der Deutschen ent. Zeitschr. 1926 p. 191 berichtet Prout über einen Fund der *L. otregiata* (von Hannemann Berlin). Die in Berlin nicht zu bestimmenden Tiere erwiesen sich nach Prout als echte *L. otregiata.* Die Stücke wurden im Juli 1915 bei Braunlage erbeutet. Mir gelang es nun, die Art von neuem im Oberharz aufzufinden. Die ersten Stücke fand ich im Jahre 1923, zunächst ohne sie zu erkennen. Dieses gelang erst 1927 Herrn Landgerichtsrat Warnecke (Altona). Dadurch angeregt suchte ich im letzten Sommer eifrig nach der Art und konnte sie in der Tat in verschiedenen Stücken erbeuten. Unsere Kenntnis über diese 1917 von Metcalfe von Devonshire beschriebene Form ist noch sehr lückenhaft und eine ausführliche Zusammenstellung wäre sehr erwünscht. Leider fehlt mir augenblicklich die zu einer solchen Arbeit nötige Zeit. Jedoch hoffe ich, mich der Sache in einiger Zeit zuwenden zu können und behalte mir bis dahin alles Weitere vor.

Gustav Meyer, Hamburg.

Ueber Melitaea aurinia Rott. und var. merope Prun.

Von L. Osthelder.[1])

In einem Aufsatze „Sammeltage in der Südschweiz im Juli 1926" im Jahrgang 1927 S. 194 der Gubener Zeitschrift befasst

1) Den vorliegenden Artikel sandte ich im November 1927 an Herrn G. Calliess in Guben mit dem Ersuchen um Aufnahme in die Gubener Zeitschrift. Da ich bis